

Perancangan *Pen Plotter* Tiga Sumbu Berbasis Mikrokontroler Arduino

Reski Praminasari¹⁾

¹ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
email: reski_praminasari@poliupg.ac.id

Abstract

Perancangan Pen Plotter Tiga Sumbu Berbasis Mikrokontroler Arduino bertujuan untuk merancang alat pencetak jalur rangkaian elektronika yang praktis dan efisien. Alat ini bekerja dengan menampilkan gambar pada meja kerja sesuai dengan kode yang diterima oleh arduino yang disebut G-Code, yang sebelumnya berbentuk atau berekstensi file gambar dari aplikasi Inkscape dan dikonversi oleh aplikasi Makercam kemudian di unggah oleh aplikasi Xloader serta pergerakannya dikontrol oleh Grbl Controller. Dari hasil pengujian Pen Plotter ini, maka disimpulkan bahwa alat ini dapat mencetak jalur rangkaian elektronika sederhana dan gambar yang beragam melalui aplikasi Inkscape dan Makercam.

Keywords: *Pen Plotter Arduino, Mini CNC DVD-ROM, Pen Plotter Grafis*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang begitu pesat, telah menciptakan berbagai macam bentuk teknologi atau teknik pencetakan yang beraneka ragam jenisnya, salah satu teknologi yang terbilang canggih yaitu *Computer Numerical Control* (CNC), dimana mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern. Dengan mesin CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat [1]. Sementara itu, terdapat teknik pencetakan lainnya dengan menggunakan *plotter*. *Plotter* adalah jenis printer yang dirancang khusus untuk menghasilkan output komputer yang berupa gambar ataupun grafik. Jika menengok kembali ke bidang elektronika, dapat dilihat bahwa banyak sekali kegiatan yang melibatkan pembuatan atau pengerjaan jalur di atas papan pcb, Pembuatan jalur rangkaian elektronika ini tidaklah mudah. Banyak yang mengatakan jika membuat jalur rangkaian elektronika hasil yang diperoleh tidak terlalu rapi atau tidak presisi. Hal-hal tersebut yang menjadi permasalahan serta mendasari penulis akan merancang sebuah alat yang merupakan mesin mini *Computer Numerical Control* (CNC) dan diberi *pen plotter* dengan 3 sumbu (x, y, z) guna memberikan hasil pencetakan jalur yang cepat, menyederhanakan proses pembuatan, dapat mengefisienkan waktu pembuatan, dan dengan harga yang terjangkau. Penulis menggunakan sistem Arduino sebagai alat pengontrolan dikarenakan Arduino memiliki beberapa keuntungan, seperti Arduino relatif murah dibandingkan dengan mikrokontroler lain, Arduino juga memiliki lingkungan

pemrograman yang sederhana dan mudah digunakan untuk pemula, serta *hardware* dari Arduino dapat dikembangkan.

II. KAJIAN LITERATUR

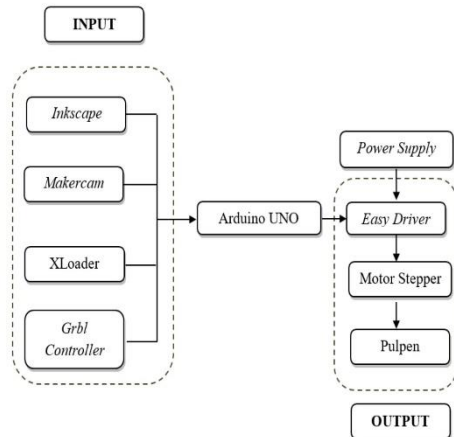
Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) merupakan salah satu inovasi dunia teknologi yang perkembangannya cukup pesat dan sangat mempermudah pekerjaan dalam bidang teknologi industri. Dari perkembangan mesin CNC yang pesat ini, banyak orang yang kemudian membuat kreasi mesin CNC bahkan ada yang membuat mesin mini CNC. Salah satu pengembang mesin mini CNC yang menjadi referensi penelitian ini adalah Tinkernut dalam *channel* Youtube-nya merancang alat *pen plotter* tiga sumbu yang menggunakan DVD-ROM bekas dengan bantuan mikrokontroler Arduino untuk mengontrol pergerakan motor *stepper*[12]. Tinkernut menggunakan *software Makercam* sebagai pengkonversi *file* gambar ke ekstensi *G-Code* dan sebagai editor gambar, seperti bangun ruang [13].

Mengacu pada penelitian tersebut penulis berinisiatif merancang sebuah alat dengan fungsi yang sama namun dengan inovasi yang berbeda, pada alat yang penulis kembangkan digunakan *software Inkscape* sehingga gambar yang dapat dihasilkan dapat lebih beragam dari penelitian sebelumnya, dan dari penggunaan *software Inkscape* ini dapat dibuat jalur rangkaian elektronika sederhana.

III. METODE PENELITIAN

Perancangan ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, dengan waktu perancangan mulai dari bulan Maret s.d September 2018. Adapun alat

dan bahan utama yang digunakan adalah motor *stepper*, arduino UNO, *Easy Driver*, serta beberapa perangkat lunak yang berhubungan dengan perangkat keras yang digunakan seperti *Software Arduino IDE*, *Software Makercam*, *Software Inkscape*, *Software Grbl Controller*, *Software XLoader*.

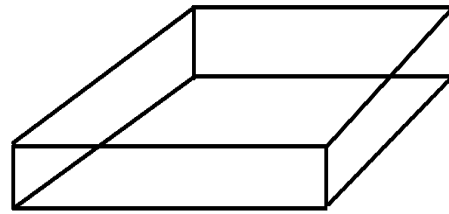


Gambar 1. Blok Diagram *Pen Plotter* Tiga Sumbu Berbasis Arduino

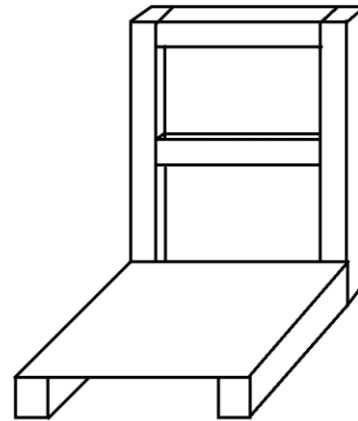
Alur kerja *Pen Plotter* Tiga Sumbu berbasis Arduino ditunjukkan seperti yang terlihat pada diagram blok diatas. Dimana mikrokontroler Arduino merupakan pusat pengontrol dengan input berupa *G-Code* yang di kirim oleh *Grbl Controller* yang sebelumnya pada *Inkscape* terdapat gambar atau rangkaian yang akan dikonversi kemudian di upload *XLoader*. Arduino UNO kemudian mengontrol output berupa *easy driver*, motor stepper, dan pulpen. Jika terdapat kesalahan atau *error* pada input Arduino UNO yaitu *G-Code* dan *Grbl Controller*, maka pergerakan pulpen tidak akan seperti yang diinginkan atau tidak mengikuti titik-titik yang telah diperintahkan oleh *G-Code*.

Perancangan Perangkat Keras

Pada rancang bangun *pen plotter* tiga sumbu ini, komponen yang diproduksi sendiri hanya rangka penopang dari *pen plotter* ini. Untuk menghasilkan rangka dari *pen plotter* tiga sumbu ini digunakan akrilik, lem akrilik, rangka DVD bekas, bor listrik dengan mata gurinda, mur, baut, obeng, pensil dan penggaris.

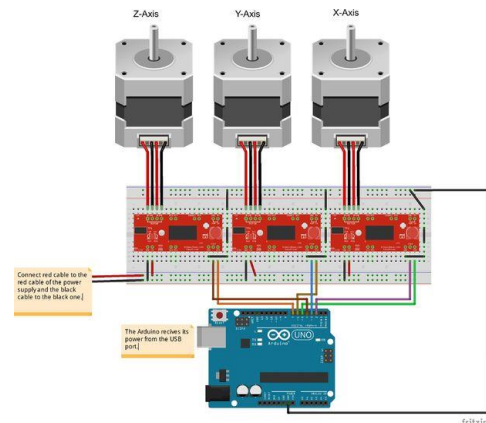


Gambar 2. Sketsa Box



Gambar 3. Sketsa Penopang *Pen Plotter*

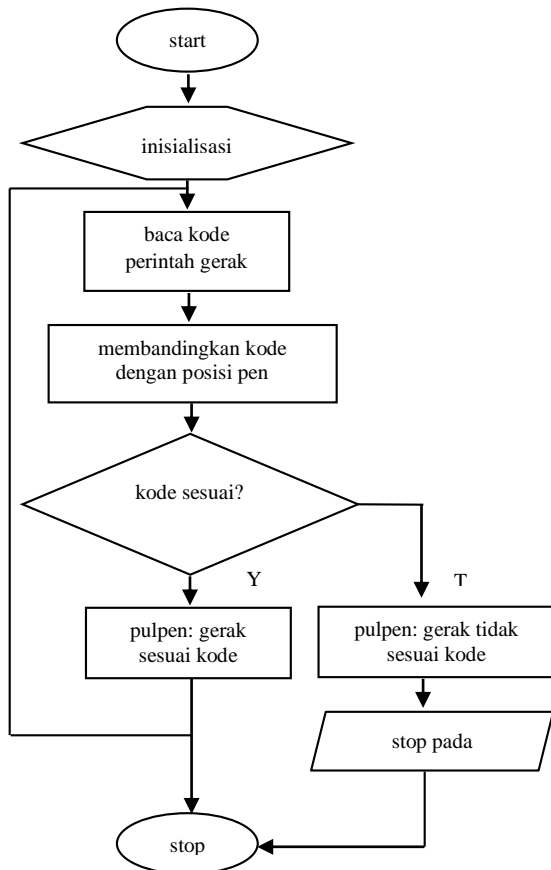
Setelah melakukan perancangan mekanik system, langkah selanjutnya adalah membuat rangkaian kontrol motor penggerak pen plotter menggunakan arduino.



Gambar 4. Skema Rangkaian Arduino UNO, *Easy Driver* dan Motor Stepper

Perancangan Perangkat Lunak

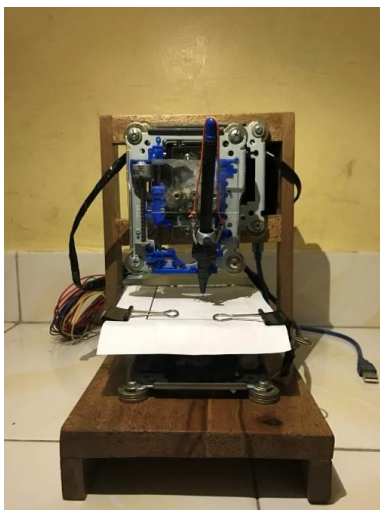
Pada alat *Pen Plotter* Tiga Sumbu ini tidak digunakan perangkat lunak yang *interfacenya* dirancang sendiri, melainkan digunakan perangkat lunak yang telah tersedia. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE, Makercam, Inkscape, Grbl Controller, XLoader.



Gambar 5. Flowchart program pen plotter

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil dari perancangan *pen plotter* tiga sumbu berbasis Arduino:



Gambar 6. Pen Plotter Tiga Sumbu Tampak Depan

Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

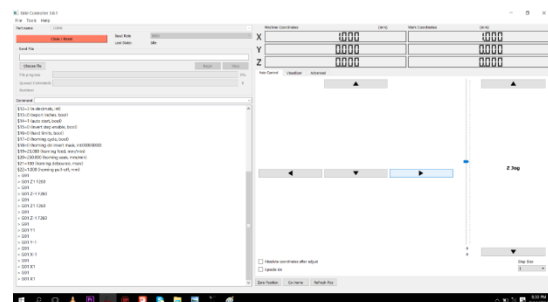
1. Dibuat untuk mengefisienkan waktu dan lebih menyederhanakan proses pembuatan jalur rangkaian elektronika.
2. Dibuat untuk memberikan referensi tentang perancangan mesin mini CNC dengan *pen plotter* dan dengan harga yang lebih terjangkau.
3. Menggunakan *Easy Driver*.
4. Menggunakan motor stepper.
5. Menggunakan *Arduino Uno*.
6. Tambahan sumber yang digunakan yaitu 5V.
7. Biaya yang dikeluarkan untuk produksi 1 unit adalah Rp. 263.461,-

Pengujian Alat

Pengujian Sumbu X

Sumbu X pada *pen plotter* ini merupakan sumbu yang bergerak kedepan dan kebelakang sesuai dengan jarak yang diberikan pada aplikasi *Grbl Controller*. Pengujian untuk sumbu X dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Menggerakkan sumbu X pada *Grbl Controller* menggunakan skala 1 cm dengan jarak gerak 1 cm.

Gambar 7. Tampilan Pengujian Sumbu X Pada *Grbl Controller*

1. Mengukur jarak gerak sumbu X
2. Membandingkan jarak gerak sumbu X pada program dengan keluaran pada pulpen..

Tabel 1. Perbandingan Jarak Gerak Sumbu X

Program	Pulpen
1 cm	0,5 cm
2 cm	1,2 cm

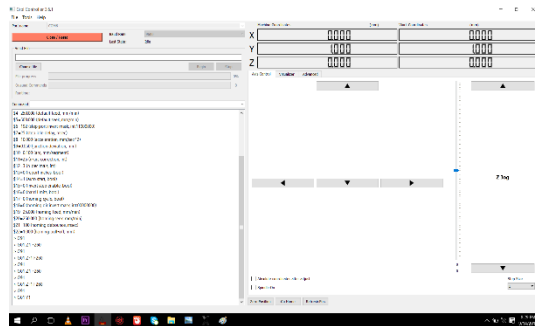


Gambar 8. Pengukuran Hasil Keluaran Pada Sumbu X

Pengujian Sumbu Y

Sumbu Y pada *pen plotter* ini merupakan sumbu yang bergerak kekanan dan kekiri sesuai dengan jarak yang diberikan pada aplikasi *Grbl Controller*. Pengujian untuk sumbu Y dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Menggerakkan sumbu Y pada *Grbl Controller* menggunakan skala 1 cm dengan jarak gerak 1 cm.



Gambar 9. Tampilan Pengujian Sumbu Y Pada *Grbl Controller*

2. Mengukur jarak gerak sumbu Y
3. Membandingkan jarak gerak sumbu Y pada program dengan keluaran pada pulpen.

Tabel 2. Perbandingan Jarak Gerak Sumbu Y

Program	Pulpen
1 cm	0,5 cm
2 cm	1.2 cm



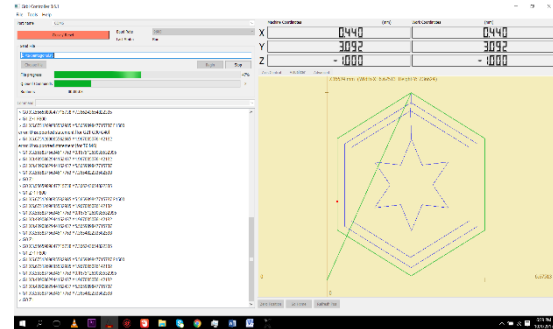
Gambar 10. Pengukuran Hasil Keluaran Pada Sumbu Y

Pengujian dengan gambar

Pada pengujian dengan menggunakan gambar dilakukan pengukuran jarak maksimal setiap sumbu saat mencetak gambar, dengan membandingkan jarak maksimal pada *Grbl Controller* dan jarak hasil cetakan. Berikut tabel perbandingan jarak maksimal setiap sumbu dengan skala 1 cm:

Tabel 3. Perbandingan Jarak Gerak Sumbu X dan Sumbu Y

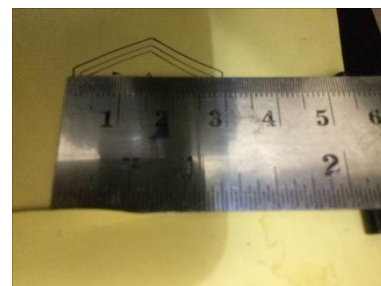
Ukuran	Program	Pulpen
Lebar	6,6 cm	3 cm
Panjang	7,3 cm	3,3 cm



Gambar 11. Tampilan Pengujian dengan Gambar Pada *Grbl Controller*



Gambar 12. Pengukuran Tinggi Gambar



Gambar 13. Pengukuran Tinggi Gambar

Pada pengujian dengan gambar ini, perbedaan jarak untuk lebar gambar yang didapatkan dari program dan hasil keluaran adalah 3,6 cm, dan perbedaan jarak untuk tinggi gambar yang didapatkan adalah 4 cm, hal ini dikarenakan faktor batas gerak dari masing-masing motor *stepper* di setiap sumbu.

Pengujian Waktu

Pengujian waktu yang dimaksud adalah membandingkan berapa lama waktu yang digunakan untuk menggambar manual dan menggambar otomatis menggunakan *Pen Plotter* Tiga Sumbu ini. Berikut tabel pengujian waktunya:

Tabel 4. Perbandingan Waktu Penggambaran

Metode Penggambaran	Waktu
Manual	2 menit
Otomatis	40 s

Berikut perbandingan gambar dengan menggunakan alat *Pen Plotter* Tiga Sumbu, dan gambar manual:



Gambar 14. Perbandingan Gambar Manual dan Otomatis

Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya yang dimaksud disini adalah perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu unit mini CNC *Pen Plotter* Tiga Sumbu Berbasis Arduino dengan biaya yang dikeluarkan untuk membeli mesin CNC pada umumnya, mesin CNC yang kami jadikan perbandingan adalah mesin CNC buatan Jinan RODEO Machinery Co., Ltd yaitu mesin CNC routing 5 axis [11]. Berikut tabel perbandingan biayanya:

Tabel 5 Perbandingan Biaya Alat *Pen Plotter* Tiga Sumbu Berbasis Arduino dengan Mesin CNC Regular

Nama Alat	Biaya Per Unit
<i>Pen Plotter</i> Tiga Sumbu Berbasis Arduino	Rp. 263.461,-
RODEO 5 Axis CNC Machine	US \$2.750.00 = Rp. 37.298.350,-

Total biaya alat *Pen Plotter* Tiga Sumbu ini diambil dari biaya komponen-komponen dibawah ini:

Tabel 4.6 Harga Komponen Alat *Pen Plotter* Tiga Sumbu Berbasis Arduino

Komponen	Harga
Arduino Uno + Kabel Downloader 1 unit	Rp. 56.861,-
Easy Driver 4 unit (@Rp. 29.900,-)	Rp. 119.600,-
Akrilik 1m x 30cm	Rp. 50.000,-
Kabel Jumper 120 pc 10 cm	Rp. 37.000,-
Total	Rp. 263.461,-

Hanya empat komponen di atas yang mengeluarkan biaya dikarenakan alat dan bahan lainnya telah tersedia karena merupakan barang elektronik bekas yang tidak terpakai

lagi tetapi masih ada beberapa komponen mekanik yang dapat digunakan.

V. KESIMPULAN

Pen plotter tiga sumbu berbasis Arduino memudahkan untuk membuat jalur rangkaian elektronika sederhana dengan tegangan masukan sebesar 5 volt. Hasil keluaran pada pulpen (gambar) memiliki perbedaan maksimal sebesar 4 cm dengan ukuran yang ada pada program yang disebabkan oleh kondisi mekanik yaitu motor *stepper* yang memiliki batas pergerakan. *Pen plotter* dapat mengefisienkan waktu beberapa menit dari pembuatan gambar dengan metode manual. *Pen Plotter* tiga sumbu berbasis Arduino atau mesin mini CNC dapat dibuat dengan bahan dan alat yang mudah didapatkan dengan harga terjangkau meskipun hasil yang diberikan tidak sepresisi dengan mesin CNC yang berharga lebih mahal.

REFERENSI

- [1] <https://id.wikipedia.org/wiki/CNC> (Diakses pada bulan November 2016)
- [2] <http://daniecristianwardhana.blogspot.co.id/2013/08/apa-itu-plotter.html> (Diakses pada bulan November 2016)
- [3] <http://fatimah9a.blogspot.co.id/2011/11/pengertian-plotter-plotter-merupakan.html> (Diakses pada bulan November 2016)
- [4] <http://aozon.blogspot.co.id/2014/03/mengenai-arduino-uno-lebih-rinci.html> (Diakses pada bulan November 2016)
- [5] <http://www.caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler.html> (Diakses pada bulan November 2016)
- [6] Syahril, Muhammad. 2014. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikronkontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- [8] <http://aruselektronika.blogspot.co.id/2016/09/menggunakan-motor-stepper-dengan-module.html> (Diakses pada bulan November 2016)
- [9] <http://www.partner3d.com/motor-stepper-pengertian-cara-kerja-dan-jenis-jenisnya> (Diakses pada bulan November 2016)
- [10] <https://www.sparkfun.com/products/12779> (Diakses pada bulan November 2016)
- [11] <https://id.aliexpress.com/w/wholesale-5-axis-cnc-machine-price.html> (Diakses pada bulan Oktober 2017)
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=RFo5MKSrM-k&t=236s> (Diakses pada bulan Maret 2017)